ANGELO MOSSO

CARLO LUDWIG

e la fisiologia moderna

Dalla NUOVA ANTOLOGIA, Vol. LVII, Serie III (Fascicolo 15 giugno 1895)

ROMA
FORZANI E C. TIPOGRAFI DEL SENATO
—
1895

ANGELO MOSSO

CARLO LUDWIG

Dalla NUOVA ANTOLOGIA, Vol. LVII, Serie III (Fascicolo 15 giugno 1895)

ROMA
FORZANI E C. TIPOGRAFI DEL SENATO
—
1895

I.

Raccontare la vita di Carlo Ludwig, vuol dire esporre una buona parte dei progressi che ha compiuto la fisiologia in questi ultimi cinquant' anni. E la fisiologia avanza oggi tanto rapidamente che la vita di un uomo lascia nella storia di quella una traccia assai più profonda che non lasciassero prima molti uomini in secoli interi. Per comprendere l' opera di Carlo Ludwig, bisogna portarsi indietro col pensiero al tempo che egli cominciò la sua carriera.

Ciò non sarà inutile forse a chi legge, perchè lo spirito moderno della biologia ebbe origine in quell' epoca. Alessandro Humboldt, Giovanni Müller e Giusto Liebig erano vitalisti convinti. Questi che furono i più grandi fisiologi della Germania nella prima metà del nostro secolo, ammettevano che i corpi viventi fossero governati da forze chimiche e fisiche diverse da quelle che governano la natura inorganica. Ritenendo essi la scienza impotente a spiegare i fenomeni della vita, credettero che gli animali e l'uomo vivessero per una forza arcana la quale dava ai processi che si compiono nell'organismo vivente un impulso diverso da quello che avrebbero fuori dell'organismo. Solo colla morte riprendevano gli atomi le loro attrazioni naturali, formando altri prodotti come lo si vede nella putrefazione dei corpi.

Ecco il grande problema della fisiologia - la Morte. - È qui dove più tengono fisso lo sguardo la filosofia e la religione. L'improvviso impallidire del corpo, questo rapido cessare di sentire e di muoversi, questo raffreddarsi subitaneo, e lo spegnersi dentro noi di ogni energia visibile, deve aver suggerito il pensiero che nella morte una forza arcana si stacchi dal corpo. L'idea di un'anima temporaneamente congiunta alla materia dell'organismo doveva affacciarsi alla mente prima di ogni altra spiegazione. È un concetto così semplice che si avvinghia alla ragione ed alla fantasia come la più bella tra le supposizioni elementari. Presso tutti i popoli il pensiero primitivo della esistenza dell'anima e il sentimento della religione, deve essere sorto dalla contemplazione della morte.

Ma la scienza ci ha condotti oramai così avanti che possiamo parlare della vita e della morte, studiarle e discutere l'essenza e l'origine loro, facendo astrazione da ogni concetto religioso.

Giovanni Müller, il più grande dei fisiologi che studiarono l'anima, era panteista ed uno dei più fervidi ammiratori di Giordano Bruno. Ecco come egli si esprime quando vuole assorgere al principio della vita (1): « L'armonia che lega necessariamente gli organi in un tutto non può sussistere senza l'influenza di una forza che agisce e penetra in tutto l'organismo che non dipende dalle singole parti e questa forza esiste prima che esistano i membri armonici del tutto. Questa forza creativa ragionevole si manifesta in ogni animale secondo leggi rigorose, come lo richiede la natura di ciascun animale ».

È contro questa dottrina che sorse Ludwig, inaugurando insieme a Du Bois-Reymond, Helmholtz e Brücke una nuova epoca nella fisiologia moderna. L'indirizzo scientifico del Ludwig appare evidente nella prima pagina del suo trattato (2): « Quando noi dividiamo e suddividiamo l'organismo degli animali, arriviamo finalmente ad un numero limitato di atomi chimici, e tiriamo la conseguenza che tutte le funzioni del corpo animale siano il prodotto delle attrazioni o delle ripulsioni di questi esseri elementari.

« Questa conclusione diviene irremovibile, quando si può dimo-

(1) J. Müller, *Handbuch der Physiologie des Menschen*, I Band, 1844, pag. 21.

(2) C. Ludwig, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, Leipzig, I Band; 2e Aufl., Leipzig und Heidelberg, 1858-61.

strare con rigore matematico che le parti elementari dell'organismo sono così disparate per la direzione loro, per il tempo e la massa che dall' azione loro reciproca devono derivare con necessità tutti gli effetti dell' organismo che vive e muore».

La generazione che frequenta ora le nostre scuole è talmente compenetrata dello spirito nuovo di questa filosofia, che difficilmente può comprendere l' effetto che produsse la prima rivelazione di questa dottrina.

Guglielmo Wundt, il grande psicologo di Lipsia, disse che fu « indimenticabile per lui l' impressione che produsse questo libro ». La comprensione di quell' opera monumentale eccitava Wundt alle ricerche originali e il suo primo tentativo fatto come insegnante consisteva nello spiegare e commentare alcuni capitoli del trattato di Ludwig.

II.

« La credenza nella forza vitale è, al pari di quella di altri dogmi, cosa che dipende assai meno dalla convinzione scientifica che da un bisogno dell' animo di certe organizzazioni; e per ciò questa fede come quella dei dogmi non può estirparsi dalle sue radici ». Così parlava della forza vitale già fino dal 1848 Du Bois-Reymond.

Dopo una breve sosta nella quale il vitalismo pareva spento, vediamo ora che esso ripullula sotto altre forme. La letteratura e l' arte mostrano con evidenza la reazione che rinasce e intorno si sente l' alito del misticismo che invade le menti. La scuola dei neo-vitalisti ha già conquistato delle cattedre e alcuni temono che presto allagherà le scuole e soffocherà lo spirito della vera scienza come è succeduto nelle università cattoliche. Una cosa si è già ottenuta, e nessuno osò più metterla in dubbio, che cioè la vita psichica e le funzioni del sistema nervoso abbiano negli animali inferiori la medesima natura di quella del cervello umano: che non vi è una differenza intrinseca ma solo una gradazione tra l'anima dei bruti e quella dell' uomo. La fisiologia è la più giovane delle scienze, e non dobbiamo scoraggiarci se non è bastata l' opera di Ludwig, di Helmholtz, di Claudio Bernard, di Du Bois-Reymond

per infondere in tutti la convinzione che i fenomeni della vita possono spiegarsi colle leggi che regolano la materia universa.

Tocca a noi di tenere alta la fiaccola che accesero i nostri maestri. Essi ce l' affidarono colla certezza che nessuna forza può esistere di per sè, che nessuna energia può ricongiungersi o distaccarsi dalla materia. Seguitiamo fidenti questo raggio di luce come la sola guida che può condurci a traverso le tenebre e svelarci i segreti della vita. Tocca a noi di combattere questa reazione tanto più temibile, quanto più è onesta. Il neo-vitalismo ha solo l' apparenza di essere inspirato dall'amore della ricerca scientifica, nel fondo è una suggestione del misticismo.

Alcuni vitalisti fanno già l' elenco dei fenomeni per i quali è impossibile dare una spiegazione coi principii della chimica; altri, meno audaci, dicono che l' elettricità, il calore e la luce quali si sviluppano nell' organismo vivente, hanno qualche cosa di caratteristico e diverso; perchè non possono identificarsi coi fenomeni elettrici calorifici e luminosi che studia il fisico. Essi accennano velatamente che gli animali e le piante hanno qualche cosa di esclusivo e di speciale nelle intime parti che danno loro la vita.

A costoro noi rispondiamo: si è vero, la fisiologia è una fisica ed una chimica organica, ma la meccanica della vita deve essere in fondo identica alla meccanica che agita gli atomi di tutta la materia nella natura. Meditate la storia del pensiero umano e vi convincerete quanto sia lento il suo progresso. Non scoraggitevi se la scienza corre meno veloce delle vostre speranze e dell' irrequieto desiderio dell' utilitarismo. Non è degno del nome di filosofo chi abusa dell' ignoranza dell' oggi per creare delle difficoltà, per dare corpo a delle ombre che andranno domani poco per volta diradandosi.

Ma non è vero che sia una questione di tempo, rispondono i vitalisti, non è vero che voi riuscirete finalmente colle leggi della fisica e della chimica a spiegare i fenomeni che stanno nascosti sotto il velo mistico della vita, perchè quanto più procede innanzi la scienza, tanto più si vedono essere complesse le cose che parevano semplici, e i concetti meccanici non bastano a dare una spiegazione della vita, perchè della stessa natura inorganica non comprendiamo l' essenza e le energie sue proprie.

La lotta è solo nel campo della scienza, ma ognuno sente che al di là dello steccato dove noi combattiamo, aspetta una folla im-

paziente, che ora rumoreggia, ora si acqueta, ed a cui la severità degli studi non può dare la calma per aspettare lungamente una conclusione. Vedendo la trasformazione profonda che la scienza ha prodotto nella società moderna, alcuni hanno creduto che pure la felicità dell' uomo sarebbe aumentata ed ora imprecano alla scienza che questo loro sogno non si è per anche avverato.

I letterati ed i critici, coloro che scrivono nei giornali e digeriscono la storia del presente per farne il pascolo di tutta la gente, non hanno la coltura bastevole per distinguere il materialismo dal positivismo, nè tanto meno sanno riconoscere i ciarlatani, i dilettanti e i mattoidi dai veri scienziati; essi affastellano gli errori colle verità, le ipotesi audaci e immaginose coi fatti sicuri e accertati.

Sarebbe follia il promettere che la scienza svelerà tutti i segreti della natura. I veri fisiologi sono modesti, perchè essi, così come tutti gli scienziati, ammettono che è impossibile all'uomo di conoscere l' intima essenza della materia e delle forze, nè l'origine loro e della vita. Il cervello dell'uomo non è fatto per comprendere l' estensione infinita dello spazio, nè l' eternità del tempo, nè la indistruttibilità della materia. Fatte queste confessioni è ridicolo che i critici e gli spiritualisti continuino ad alzare la voce grossa e fare dei rimproveri alla scienza moderna.

Noi combattiamo il vitalismo solo perchè se si ammette che vi è una forza, la quale esiste di per sè, indipendente dalla materia, una forza che può staccarsi dalla materia od invaderla governandola con nuove leggi, cessa la nozione che noi abbiamo dei rapporti tra la causa e l' effetto.

La fisiologia, quando si applica allo studio del sistema nervoso, deve seguire gli stessi metodi che seguono le altre scienze, senza preoccuparsi che i fenomeni sono più elevati e formano un complesso di cose che chiamiamo anima o spirito. Noi dobbiamo seguire gli stessi criteri che fecero la fortuna delle altre scienze sperimentali.

I critici ed i letterati che vivono lontani dai laboratorî, quelle persone che tengon dietro alla scienza nei giornali quotidiani o sui libri fatti per renderla popolare, ammettono volontieri che la scienza ha perduto il suo prestigio. Pochi comprendono quale sia lo spirito nuovo della scienza, pochi penetrano nell' ambiente suo o sanno di quale tempra sono fatti i veri sperimentatori.

Scrivendo la vita di Ludwig, è un tributo di riconoscenza che rendo al mio maestro e quasi uno sfogo di pietà figliale. Sarebbe un grande conforto allo strazio dell'animo se potessi mostrare la figura del grande maestro e l'opera sua feconda nella più giovane delle scienze. L'ammirazione mia è pari al mio rimpianto. I fisiologi futuri lo stimeranno forse più di noi, quando la storia dei suoi discepoli aggiungerà gloria alla sua scuola e al suo nome. Gli scritti del Ludwig rimarranno per sempre un modello di sobrietà per lo stile, per la chiarezza della esposizione. Il modo col quale egli riconosceva un nuovo campo di ricerche, là dove altri erano passati prima di lui senza accorgersi dei tesori nascosti, l'arte che egli aveva nel districare un problema che pareva insolubile, il modo semplice col quale giungeva a toccare il nocciolo di una questione, a sceverare fino dal principio gli errori, le invenzioni sue nella tecnica delle esperienze son tutte cose che fecero di Ludwig un autore classico della fisiologia. Dai suoi venti volumi traspira il fascino poetico della ricerca, la fede irremovibile della diligente esattezza.

Per mostrare quale rispetto avesse il Ludwig per i progressi compiuti dalla fisiologia, racconterò solo questo fatto. La seconda edizione del suo trattato esaurita nel 1862 era divenuta una rarità e tutti la cercavano pagandola a carissimo prezzo. Gli domandai perchè non ne stampasse una terza edizione. « Mi è costato troppa fatica », rispose; « attorno quel manuale lavorai dieci anni; ora sarebbe una grave impresa il rifarlo, tanto progredisce rapidamente la scienza ».

Lo studio della vita si approfondisce e si allarga per modo, che forse nel secolo venturo nessuna mente, per quanto vasta, potrà comprendere e possedere appieno tutti i suoi rami. Qualunque sia l'avvenire della biologia, questo oggi sappiamo, che finalmente essa ha trovato la via sicura del metodo sperimentale. Per quanto siano inesplicati e forse inesplicabili nella loro intima essenza i fenomeni della vita, è certo che basta l'esistenza di un uomo tutta consacrata allo studio per rischiarare molte cose, avvicinarle a noi e svelare dei secreti che prima sembravano imperscrutabili.

È per i timidi e per i profani che io scrivo queste ricordanze, è ad essi che presento la vita di un uomo come la misura palpabile dell'avvenire che è riserbato alla scienza. In queste poche pagine

additerò solo il corso di un ruscello che seguiremo di lontano, come un filo d'acqua sottile che si volge al mare della scienza. Ma l'azione sua, il solco che traccia nel macigno dell'ignoto, farà comprendere con quale potenza irresistibile, si muove come un fiume maestoso, tutta l'energia intellettuale di un secolo.

III.

Ludwig nacque il 29 dicembre del 1816, sulle sponde del Weser nella piccola città di Witzenhausen, poco lontano da Cassel. Era figliuolo di un impiegato; studiò in Marburg ed Erlangen, e come ricordo dei duelli sostenuti nella sua giovinezza battagliera, portava una cicatrice al labbro superiore. Laureatosi in medicina nella Università di Marburg l'anno 1839, fu nominato professore nell'Istituto anatomico di quella Università e poco dopo professore straordinario di anatomia comparata. Allora erano congiunte in un unico insegnamento l'anatomia e la fisiologia; nel 1849 Ludwig andò a Zurigo ad insegnare queste due discipline; e nel 1855 fu chiamato a Vienna professore di zoologia e di fisiologia nell'Accademia militare, conosciuta col nome di Josephinum. La passione sua per gli studi morfologici conservò per tutta la vita, e l'ultimo suo scritto fu un lavoro di anatomia intorno a vasi sanguigni dell'orecchio umano, dove rappresentò con splendide figure le iniezioni dei canali semicircolari fatte dal suo discepolo Eichler il quale mancò prima di poter compiere il lavoro, e anche Ludwig poco dopo moriva.

Tra i lavori di anatomia più importanti che vennero fatti sotto la sua direzione, merita di essere ricordato quello di Leber *Intorno ai vasi dell' occhio umano.* Alcuni disegni di questa memoria si vedono spesso riprodotti nei trattati di anatomia e di fisiologia. Sarebbe utile forse di raccogliere in un atlante tutti i disegni anatomici pubblicati dal Ludwig, che si trovano sparsi negli *Atti* di varie Accademie. Alcuni suoi lavori sono di vera istologia, come quelli di Asp sull'anatomia del fegato, di Mihalkovics sulla struttura del testicolo, di Fleischl sui linfatici del fegato, di Stirling sull'anatomia della pelle, ecc. Sarebbe troppo lungo ricordare tutte le memorie che stampò coi suoi discepoli intorno alla struttura in-

tima della cornea dell' occhio, delle pleure, intorno alla membrana del timpano e sui vari tessuti degli organi.

Ludwig coltivò con vera predilezione una parte dell' anatomia che ora è troppo trascurata nelle scuole. Dall' anatomia che si fa guardando cogli occhi, si è passato tutto d' un tratto all' anatomia sottile, quella che si fa guardando gli ultimi elementi dei tessuti, e quanto più diventano penetranti le lenti e più ingigantiscono le cose i microscopii, tanto più si incalzano e si rincorrono gli anatomici nei campi che segnano gli estremi confini della visione. Ludwig pur applicandosi all' anatomia microscopica, preferiva di far progredire quell' anatomia che meno sottile permette di vedere minutamente ciò che l' occhio da solo non vede, ma senza mettere in evidenza le ultime parti degli organi che sono le cellule.

Al pari di Spallanzani e di Bonnet, Ludwig contemplava la natura come un grande quadro, il quadro più magnifico e più bello che possa presentarsi all' uomo. Egli sentiva la poesia profonda e il fascino che proviene dall' armonia e dalla perfezione delle cose occulte. Quando colle lenti sollevava il velo che copriva un angolo inesplorato dell' organismo, e la sua vista penetrava dove l' occhio solo non giunge, Ludwig aveva degli scoppi di gioia, delle esclamazioni così forti, che spesso lo sentivamo dalla stanza vicina; e rimaneva solo, lungamente estatico, assorto nella meditazione di pensieri elevati e quasi portato fuori della terra nelle regioni sublimi della filosofia naturale.

I suoi preparati anatomici accarezzava con una diligenza ed una minutezza tale del disegno, che a molti è sembrato un lusso lo sfoggio di finitezza che egli metteva nell' esecuzione delle sue tavole. Questa era la sua maniera. Certo non saranno mai gli Italiani che gli faranno rimprovero del sentimento artistico. Tiziano e i suoi discepoli disegnarono le tavole per il trattato di anatomia di Vesalio e questa tradizione artistica è durata fino al Panizza, al quale gli stranieri chiedevano in prestito i suoi incisori lombardi.

Tra i discepoli di Ludwig che divennero celebri nell' anatomia ricorderò: Schwalbe a Strasburgo; Froriep a Tubinga; Flechsig a Lipsia; Kowalewscky, Braune, Krause e Minot di Boston, che scrisse il primo dei trattati di embriologia umana; un' opera meravigliosa nella quale rappresentò completamente la storia attuale dello sviluppo dell' uomo.

Come vi sono degli artisti che per trovare l' inspirazione felice

dei quadri vivono continuamente coi loro modelli abbigliati coi costumi nei quali vogliono rappresentarli, così Ludwig sentiva il bisogno di contemplare la struttura intima degli organi per trovare l'inspirazione a nuove ricerche. Alla fisiologia dell'organismo è succeduta la fisiologia degli organi. Qui sta la scuola dell'avvenire, perchè è nelle parti elementari che deve rintracciarsi l'origine intima dei fenomeni vitali. Haller che fu dopo Spallanzani il più grande tra i fisiologi del secolo scorso, aveva detto che la fisiologia è un'*anatome animata*. Ludwig era convinto che non possiamo agire sull'organismo, se non conosciamo la struttura delle sue parti elementari, e che la fisiologia deve completare e rinforzare la funzione degli organi sani.

IV.

Il presidente dell'Accademia delle Scienze di Parigi, annunciando la morte di Ludwig, disse: « On lui doit l'introduction en physiologie de méthodes précises et fécondes en progrès. Ludwig créa le premier des instruments enregistrateurs aujourd'hui si nombreux dans les laboratoires de physiologie ». Queste parole pronunciate da Marey, il geniale volgarizzatore del metodo grafico, l'ingegno meccanico più forte della fisiologia moderna, hanno un grande significato. La Francia volle giustamente rendere un tributo di ammirazione alla memoria del fisiologo tedesco, e Marey con gentile pensiero ricordò che la simpatia di Ludwig per la Francia non si era smentita mai.

Nella vita alcuni movimenti sono così delicati e fuggitivi, che l'imperfezione dei nostri sensi è incapace a seguirli e comprenderli. Oltre certi limiti le variazioni del tempo e dello spazio diventano impercettibili. La memoria stessa è incerta per raffrontare le cose sfuggevoli. Perchè la scienza progredisse, occorreva un metodo di registrazione automatica, che scrivesse tutti i fenomeni di movimento. — Tale è il metodo grafico. — Il palpito del cuore, l'affanno del respiro, il tremito dei muscoli, la velocità del sangue, la parola, il pensiero e la percezione, lasciano col metodo grafico di sè una traccia indelebile. Nulla è tanto veloce nella vita e nell'universo che il metodo della registrazione automatica non riesca

a eseguire e direi quasi a trattenere per farne un'analisi minuta e darne una precisa misura.

Nel 1846 Ludwig era ancora a Marburg e studiava i rapporti che sono tra i movimenti del respiro e la pressione del sangue. Aveva messo nell'arteria carotide un tubo di vetro piegato ad U. I due rami erano lunghi forse 25 centimetri ed erano pieni fino a metà di mercurio. Questo era il manometro comune come avevano adoperato prima in Francia e si adopera anche oggi per studiare la pressione del sangue. Messo in comunicazione uno dei rami coll'arteria, il sangue facendo forza per sfuggire solleva il mercurio, e l'altezza della colonna sospesa misura esattamente la pressione colla quale circola il sangue. Non potendo seguire coll'occhio tutti i movimenti complicati che eseguiva pulsando la colonna di mercurio del manometro, Ludwig ebbe l'idea felice di mettere un'asticella che galleggiasse sul mercurio. Questa portava in alto un pennellino inzuppato nell'inchiostro che toccava un foglio di carta. Perchè questo foglio scorresse abbastanza rapidamente e portasse via la traccia che vi faceva toccandolo il pennello, Ludwig costrusse un orologio speciale, che muovevasi per un peso e faceva rotare un cilindro metallico, sul quale distendeva, avvolgendolo, il foglio di carta.

Un altro apparecchio registratore scriveva i movimenti del respiro sul medesimo foglio. Lo strumento al quale Ludwig diede il nome di chimografo, è nato perfetto come succede soventi per la inspirazione dei grandi artisti. Per la prima volta i movimenti rapidissimi del cuore, le contrazioni dei vasi sanguigni, le oscillazioni del respiro e la pressione del sangue si videro scritti su di un medesimo foglio. Queste esperienze di Ludwig aprirono un campo nuovo, fecondissimo di studi. E ora da mezzo secolo tutte le scienze si affaticano per trasformare i loro strumenti in apparecchi registratori. Marey scrisse un volume intero per descrivere il metodo grafico nelle sue applicazioni.

Ludwig volle regalare a me il tracciato originale che egli pubblicò nell'Archivio di Müller (1). Fu il ricordo più caro che egli potesse darmi e lo conserverò come una eredità preziosa che

(1) C. Ludwig, « Beiträge zur Kenntniss des Einflusses der Respirationsbewegungen auf den Blutlauf im Aortensysteme ». *Müller's Archiv*, 1847, pagg. 240, 302.

egli ha lasciato a' suoi discepoli d'Italia, per i quali nutrì sempre una simpatia ed un affetto profondo.

Questo foglio che segna nella storia della scienza l'origine del metodo grafico, contiene due tracciati scritti contemporaneamente, cioè la curva del respiro e della pressione sanguigna. A destra vi è la data 12-XII 1846, con alcune indicazioni sull'animale che servì all'esperienza. Fu la prima volta che il cuore e il respiro scrivevano e parlavano nel loro linguaggio. Ludwig dietro al foglio segnò la dedica (1): *All'amico Mosso lascio come ricordo questo primo balbettamento del cuore e del torace.*

V.

Nel 1865 Ernesto Enrico Weber si ritirò dall'insegnamento della fisiologia; Ludwig chiamato a Lipsia costrusse un laboratorio che dopo quello di Liebig a Giessen può dirsi il più importante per lo studio della biologia, quello che servì di modello a tutti gli altri laboratorî d'Europa. L'edificio ha la forma di un E. Il tratto di mezzo è occupato dalla scuola. A sinistra entrando vi era la sezione istologica, nel centro quella di fisiologia, l'ala destra serviva per la chimica. Tutto il piano superiore era destinato all'abitazione del direttore e del personale dell'Istituto.

In mezzo a queste mura per trent'anni convennero d'ogni paese i giovani che volevano consacrarsi alla scienza. Nè vi accorrevano solo i fisiologi, ma anche molti valenti che aspiravano alle cattedre di medicina e di chirurgia. Era un motto di Ludwig che « la patologia è congiunta alla ricerca fisiologica, come la fisiologia è legata alla osservazione del medico ». Tra i più celebri professori di medicina che conobbi nel laboratorio di Lipsia al principio della loro carriera ricorderò Lépine, Strümpell, Lesser, Tillmans, Horsley, Lander Brunton, v. Basch.

Sono circa trecento gli allievi di Ludwig. Nella educazione

(1) « Der Sammlung des Freundes Mosso stiflet dieses erste Stammeln des Herzens und der Brust.
« Leipzig, 15 Aug. 1874.
« C. LUDWIG ».

scientifica di una scuola tanto numerosa Ludwig era coadiuvato da assistenti ed aiuti che erano alla loro volta dei maestri abilissimi. Ricorderò fra gli altri il professore Ugo Kronecher, ora rettore dell' Università di Berna, che più si avvicina al maestro per l' ingegno versatile e meccanico. Seguendo le sue esperienze, nei due anni che mi sono fermato a Lipsia ho imparato da lui molte cose che mi furono dopo utilissime per i miei studi e ho dedicato a lui il mio libro sulla fatica colla gratitudine di un discepolo e l' affetto di un amico.

L' Inghilterra diede forse il maggior numero di scuolari al laboratorio di Ludwig. La serie lunga di nomi mi distoglie dal ricordarli tutti. Parecchi di essi formano intorno al professor Foster in Cambridge, uno dei centri di attività feconda nello studio della vita e la gloria maggiore del grande maestro.

Uno dei primi e dei più celebri discepoli del Ludwig fu Holmgren, ora professore ad Upsala, con lui lavorava già intorno ai gas del sangue nell' Accademia Giuseppina a Vienna. Le ricerche gasometriche furono uno degli argomenti che Ludwig ha coltivato con amore più vivo e non abbandonò mai, perchè egli era convinto che i fenomeni del respiro si potranno solo determinare con esattezza, quando conosceremo quale sia il bisogno che hanno di ossigeno le parti singole dell' organismo.

Fu nel laboratorio di Lipsia che Ludwig costrusse un apparecchio per misurare la velocità del sangue nei vasi. È un contatore semplicissimo ripieno di olio, fatto di due ampolline che girano intorno al proprio asse, e il sangue passando dall' una nell' altra può funzionare lungamente. Esso è il migliore degli apparecchi perchè negli altri essendo troppo breve il tempo della osservazione l' esattezza è assai minore.

Con Thiry scoprì Ludwig che abbiamo nel midollo un centro che fa muovere i vasi sanguigni, e nell' anno successivo 1866, trovò insieme a Cyon che dal cuore va al midollo allungato un nervo il quale diminuisce l' attività del centro vasomotorio. Apparve così una nuova meraviglia nella funzione del cuore. Quest' organo che tiene in moto il sangue può regolare da se stesso le resistenze che deve vincere la sua forza negli stretti canali dei vasi sanguigni.

Il prof. Fano studiò nel laboratorio di Ludwig le ragioni che rendono il sangue incoagulabile quando si iniettavan dei peptoni nel circolo sanguigno; e cercò per quali vie scompaiono i pro-

dotti della digestione dei corpi albuminoidi e quali siano le trasformazioni di questi corpi nel nostro organismo.

Ludwig fu una di quelle nature felici così bene organizzate al lavoro che si fermò solo all' ultimo per un mese quando morì, e tutta la vita sua ha consacrato alla scienza. Tra gli ultimi discepoli italiani che lavorarono col Ludwig, furono il prof. Gaetano Gaglio, Dario Baldi, Valentino Grandis e Martinotti.

VI.

Il valore dello scienziato si conosce dalla potenza e dall' intuito che possiede di collegare insieme una serie di fatti per formarne una dottrina. Fu così che Ludwig lavorando coi suoi discepoli riuscì a scrivere parecchi capitoli nuovi nei trattati della fisiologia.

Sono così vaste le ricerche che egli fece sul cuore, sul sangue e sulla linfa, sui muscoli, sulle intestina e specialmente sui reni, che non sarebbe difficile trarre da esse quella parte elementare che può farsi comprendere anche da chi non è medico. Sui nervi dei vasi sanguigni scrisse Ludwig stesso una conferenza popolare, nella quale mostrò che aveva il talento di artista per volgarizzare le sue scoperte.

Nella fisiologia delle secrezioni, il nome del Ludwig sarà ricordato sempre fino a che durerà il culto della storia. Proverò a toccare questo argomento. Anche qui egli preparò il terreno con uno studio anatomico. Fu un italiano, il Giannuzzi, che Ludwig volle associarsi per indagare la struttura microscopica delle glandole salivari. Col suo celebre lavoro pubblicato nel 1865, intorno all' *Influenza della accelerazione della corrente sanguigna sulla secrezione della saliva,* Giannuzzi scoprì una massa particolare che circonda come una mezza luna le cellule che secernono la saliva, le quali vi si riuniscono per formare come gli acini di un grappolo densissimo. Quest' organo nuovo gli anatomici chiamarono *lunula* del Giannuzzi.

Che il sistema nervoso possa esercitare una influenza nelle secrezioni si sapeva da tempo immemorabile. Le lagrime che colano dagli occhi, la saliva che bagna ora più ora meno la bocca e cambia di consistenza per impressioni gradevoli o nauseanti, sono fatti

conosciuti da tutti. Ma poteva credersi che il sistema nervoso od il cuore modificassero le secrezioni solo perchè distribuivano in modo differente il sangue nelle ghiandole. Quando Ludwig prese a studiare questo argomento ammettevasi da tutti che la secrezione dei reni, delle ghiandole salivari, delle lagrime o del sudore, ecc., fosse paragonabile ad una semplice filtrazione di liquidi a traverso diverse membrane.

Ludwig dimostrò che i nervi agiscono sulle cellule stesse delle ghiandole attivando i processi intimi dai quali dipendono le secrezioni. La fisiologia delle secrezioni fu illuminata come da una luce vivissima, appena Ludwig enunciò questa dottrina, ed ora tutti sono d' accordo nel riconoscere che il sistema nervoso regola il ricambio chimico dentro alle cellule delle ghiandole. Ivo Novi, professore di fisiologia a Siena, fu uno degli ultimi collaboratori che Ludwig prese a compagno nel dimostrare che la secrezione della saliva, a differenza di quella dei reni, non dipende dalla pressione sanguigna.

Fu coi mezzi più semplici della fisica che Ludwig potè mettere in evidenza una parte del meccanismo complicatissimo delle secrezioni. Irritando un nervo sottile che va alla ghiandola sottomascellare, vide che ad ogni irritazione producevasi una forte secrezione della saliva. Congiunse il suo manometro con una arteria dell'animale per vedere quanto fosse elevata la pressione del sangue. Un altro manometro lo mise in comunicazione col canaletto della ghiandola prima che si versi la saliva nella bocca. Confrontando i due manometri vide che la ghiandola faceva uscire il liquido dal suo interno, con una pressione qualche volta doppia di quella del sangue. Scrivendo le variazioni nell' efflusso della saliva e della pressione sanguigna riconobbe che le curve non si corrispondevano. Erano dunque due fenomeni indipendenti, e la secrezione più abbondante della saliva non poteva essere l' effetto di una pressione più elevata del sangue. L' antica dottrina che questi fenomeni vitali paragonava ad una semplice filtrazione era dunque condannata.

Un anno dopo, nel 1852, il più grande dei fisiologi francesi, Claudio Bernard, faceva una esperienza celebre sulla circolazione del sangue. Egli vide che tagliando un filo nervoso al collo, produceva immediatamente un arrossamento di metà della faccia. I vasi si dilatavano ed affluiva più sangue, ma irritando questo nervo

con una corrente elettrica, la metà della faccia che prima era più rossa diventava invece più pallida dell' altra.

Claudio Bernard aveva trovato i nervi che ci fanno impallidire o producono il rossore nella nostra faccia. La funzione della ghiandola salivare poteva forse spiegarsi con questo nuovo meccanismo dei vasi? Ludwig sottopose subito lo studio della secrezione salivare a nuove indagini, misurando con A. Spiess la temperatura del sangue che arriva alla ghiandola e della saliva che ne esce, trovò che la temperatura della saliva era più calda di un grado e mezzo (1°,5) del sangue. Dunque non basta che la ghiandola si arrossi e che a traverso ai vasi dilatati scorra con flusso maggiore il sangue. Ciò che produce la saliva è un processo chimico e le reazioni che succedono nelle cellule, sono così intime da produrre una quantità notevole di calore.

Un' ultima prova fece Ludwig tagliando la testa ad un coniglio. Questa esperienza è tanto decisiva che se fosse lecito scherzare potrebbe dirsi che tagliava la testa al toro. Irritando il nervo della ghiandola dopo avere staccato la testa dal tronco, Ludwig ottenne ancora per alcuni momenti la secrezione della saliva. Non era dunque la pressione del sangue che facesse trapelare il liquido dalle ghiandole; ma era l' irritazione dei nervi che spremeva il liquido dalle cellule. Prima si conoscevano solo due qualità di nervi, quelli di senso e quelli di moto, Ludwig scoprì i nervi *secretori*.

VII.

Quando il cuore ha dato l' ultimo palpito ed è cessato il respiro, non è spenta ancora irremissibilmente la vita. Il fisiologo intervenendo può alimentare coi suoi artificî le varie parti del corpo e mantenere in alcuni organi le funzioni loro primitive, quando già è cessata la coscienza ed il cervello è morto.

Questo tempo che intercede fra lo spegnersi della sensibilità, e il principiare della putrefazione, Ludwig seppe sfruttarlo per indagare i segreti della vita e ne fece un metodo di studio.

Fu un sentimento gentile dell' anima sua, fu il desiderio di risparmiare le sofferenze agli animali, che suggerì a lui il concetto poetico di supplire con dei mezzi meccanici alla forza man-

cante del cuore. La morte come si palesa agli occhi nostri è solo una morte parziale. Ludwig pensò di trasfondere nuovo sangue, di risuscitare le parti che sono più tenaci alla vita.

Ed ora è facile offrire ai discepoli nelle scuole la contemplazione di un cuore di rana o di tartaruga, che sottratto all' opera distruggitrice della morte, staccato dal corpo e congiunto cogli apparecchi registratori, pompa con lavoro indefesso il suo sangue, e scrive impassibile con lento moto la storia della sua lotta e pulsa per giorni interi. Un istinto cieco spinge al lavoro ogni parte del corpo, in ogni frusto, in ogni fibra staccata appare l' opera indefessa, l' affaticarsi fatale e misterioso che mantiene l' armonia sublime della vita.

Uno dei primi studi lo fece eseguire dal Bowditch, il più grande tra i fisiologi che abbia ora l' America. Da questo lavoro risulta che il cuore risponde sempre con una forte contrazione, anche quando fu debole l' eccitamento che lo fece muovere. Trasportata con una similitudine questa scoperta del Bowditch nel campo degli affetti e delle emozioni, si potrebbe dire che il cuore è il più delicato e il più forte degli organi, perchè eccitato per cause debolissime risponde sempre con una contrazione forte, col più intenso dei suoi palpiti.

Dopo vennero le ricerche di Coats che studiò il cuore della rana staccato dal corpo, nel quale faceva circolare artificialmente il sangue, mentre irritava i nervi che fanno arrestare il cuore misurando con esattezza il lavoro del muscolo cardiaco.

Fu in quel tempo, nel 1871, che entrò nella scuola del Ludwig Giulio Ceradini, uno degli ingegni più potenti, e del quale rimpiangiamo tutti la morte immatura. Delle ricerche che fece Ceradini nel laboratorio di Ludwig, non credo che siasi pubblicato nulla; ma non per questo egli fu meno caro al suo maestro. Della sua dimora in Lipsia lasciò Ceradini un ricordo imperituro collo scritto che ha pubblicato sul meccanismo delle valvole semilunari del cuore. Il discepolo era degno di rivaleggiare col maestro, al quale mostrò con un suo apparecchio semplice il movimento delle valvole dell' aorta, le vibrazioni loro ed i suoni, come succede nel cuore dell' uomo vivente.

Poi furono pubblicati nel 1873 le ricerche del prof. Luigi Luciani sopra una funzione periodica del cuore isolato.

Legando il cuore di una rana nel quale faceva circolare del

siero vide che esso pulsava a periodi. Luciani studiò i vari eccitamenti del cuore e l'azione dei veleni. Non sappiamo ancora perchè il cuore batta con un ritmo e cosa sia che lo eccita a pulsare con tanta regolarità. I fisiologi sono indecisi se debbano considerarsi i moti del cuore come riflessi o come automatici. Le osservazioni di Luciani mostrarono che il cuore non pulsa sempre con ritmo costante, ma le pulsazioni sue può raggruppare in periodi separati tra loro da un lungo riposo. Questi periodi che sono conosciuti nella scienza col nome del fisiologo italiano, furono uno degli argomenti più validi per ritenere che i movimenti del cuore sono di origine automatica.

Lo studio della circolazione artificiale era inesauribile nelle sue applicazioni. Ludwig propose a me di studiare la vita dei reni staccati dal corpo. Fu in queste ricerche che il grande maestro mi suggerì l'idea del pletismografo che con leggere modificazioni io applicai dopo allo studio dei vasi sanguigni nell'uomo.

Schmulewitsch lavorando con Ludwig aveva già veduto sino dal 1868 che il fegato secerne ancora la bile, quando lo si mantiene in vita colla circolazione artificiale, io vidi che anche il rene produceva ancora l'orina, e Salvioli venuto dopo dall'Italia a Lipsia tenne vivo per molte ore un pezzo di intestino e facendo circolare in esso il sangue ne conservò i movimenti, studiò l'azione dei veleni sul tubo digerente e analizzò l'azione dei peptoni che sono un prodotto dell'albumina digerita.

Sento ancora viva l'emozione che provai quando facendo degli sperimenti con Ludwig, trovammo che ventiquattro ore dopo la morte non era ancora spenta la vita nei reni, che i vasi sanguigni potevano ancora muoversi, e reagivano per l'azione dei medicamenti. Che un giorno intero di gelo, tenendoli sepolti nel ghiaccio, non aveva bastato per spegnere la vita, che circolando nuovo sangue si riaccendevano le funzioni delle cellule.

Il sogno poetico della risurrezione ha dunque nella compagine misteriosa degli organi la sua realtà. Solo il cervello nessuno è ancora riuscito a destare dal sonno della morte.

VIII.

Ludwig, il più grande vivisettore del mondo, fu presidente della Società di protezione degli animali in Lipsia dal 1879 al 1880, e vi rimase fino all'ultimo uno dei soci più attivi.

Questo onora la civiltà e lo spirito scientifico della Germania, ed è un segno dei tempi nuovi. Chi infatti poteva conoscere meglio di Ludwig la fisiologia del dolore ed i mezzi più efficaci ad alleviare le sofferenze degli animali? La direzione sua condusse ad una protezione razionale ed impedì che un sentimentalismo svenevole producesse uno sperpero di danaro, concedendo agli animali un lusso inutile, mentre muoiono ancora di stenti e di fame tante migliaia di uomini.

Fu sotto la presidenza di Ludwig che la Società di protezione degli animali stabilì dei premi per i cocchieri che usavano maggiori riguardi ai loro cavalli. Tutti coloro che sono stati in Germania avranno provato un senso di compassione per i cani, che sono obbligati a tirare i carretti. Ludwig aprì un concorso di finimenti per la bardatura migliore dei cani, e promosse una esposizione per la scelta delle razze più adatte al lavoro di trazione.

A lui e ad altri cittadini influenti si deve la formazione della Società tedesca per la protezione degli animali, « Verband der Thierschutz Vereine des deutschen Reiches », alla quale aderirono i Comitati delle altre città, e che per mezzo di una buona organizzazione, riuscì a soffocare i tentativi ripetuti che venivano fomentati dall'Inghilterra per eccitare il popolo contro la vivisezione.

La cittadinanza di Lipsia si comportò in modo ammirevole verso il grande fisiologo, e lo nominò suo cittadino onorario nel cinquantesimo anniversario della sua laurea.

Nessun fisiologo ha cercato mai con franchezza maggiore di lui di contenere nei giusti limiti la vivisezione. Le porte del suo Istituto erano aperte con insistenza a quanti volevano assicurarsi che egli, pure sperimentando, sapeva risparmiare il dolore. L'arte della vivisezione si era così perfezionata nelle sue mani, che sacrificando un animale non gli dava neppure l'emozione di sentirsi legato. Gli applicava solo la museruola e subito procedeva alla inalazione

dell' etere o del cloroformio che in pochi secondi rendevano il cane insensibile.

È un errore credere che si possano fare delle esperienze sopra un animale che sente. La perturbazione che reca il dolore nelle funzioni dell' organismo, è tanto profonda da rendere inutile ogni studio. È di Ludwig il motto celebre che alcuni fisiologi per studiare il sistema nervoso, hanno fatto come chi tira un colpo di pistola in un orologio per vedere dopo come esso funzioni. Le sofferenze devono essere eliminate intieramente dalle esperienze di fisiologia, perchè gli strumenti che oggi adoperiamo sono tanto delicati, che divengono inservibili appena l' animale si agita e si move.

La vivisezione, diceva Ludwig, deve solo farsi per controllare una esperienza lungamente meditata. L' anatomia è la base sicura della operazione, e il fisiologo come il chirurgo non spinga il coltello un millimetro più in là di quanto è necessario per il suo scopo. Quanto più piccola è la somma delle alterazioni che produrrete nell' animale, tanto più l' arte nostra è perfetta, tanto più la misura dei fenomeni è attendibile e sicura. Non tagliate la pelle se non quando l' animale è sotto l' azione del cloroformio, e dopo non toccatela più, perchè le parti profonde del corpo sono insensibili. Queste erano le norme che egli dava ai suoi discepoli. E mi ricordo ancora l' emozione che provavo nel vederlo cominciare un'operazione. Appariva in lui qualche cosa di sacro e dall' aspetto rassegnato traspariva il convincimento quasi religioso di chi, spinto da un dovere supremo, si accinge alla lotta per la esistenza degli altri. Per ogni animale che la scienza sacrifica ai suoi scopi, è salvata la vita di un uomo. In questo sentimento sta la moralità della vivisezione.

Quanto più è grande il ribrezzo e il disgusto che prova l' operatore, altrettanto è maggiore il merito suo di fronte all' etica. Il fisiologo che opera, pensa quanti benefizi sarebbero perduti, quanti milioni d' uomini sarebbero morti innanzi tempo, se non erano le esperienze sugli animali che servirono di guida alla patologia e prende da questa convinzione il suo coraggio.

Certo è più comodo seguire il primo impulso dell' animo e allontanarsi dalle cose spiacevoli. Come artisti, letterati, filosofi e medici, è molto facile a tutti i fisiologi di trovare occupazioni più dilettevoli, più pulite e più allegre.

Ludwig era un' anima timida, pia, quasi paurosa. Pensando a

lui non si può giudicare colla stregua comune delle azioni volgari, la decisione che spinge lo scienziato a spegnere la vita di un animale per indagare le cause delle malattie, l'azione dei farmaci e i problemi più vitali della patologia. Dato l'intento suo nobilissimo, la vivisezione deve essere protetta e favorita nei suoi giusti limiti, da ogni persona colta, cui stia a cuore il bene della umanità.

Non ho mai parlato con Ludwig di religione, ma egli sentiva così profondamente la poesia dell'infinito e della natura che certo era religioso nel senso più elevato. Un giorno mi insegnava a preparare il condotto toracico, una delle operazioni più difficili che possa farsi sull'animale vivo, per trovare un canaletto delicatissimo dove il chilo passa in una vena che sta sotto l'ascella. La parte più eletta del cibo penetrando in questo punto dentro il sangue, lo rinnova di continuo ed alimenta la vita. Egli metteva in questo lavoro un'attenzione, un'esattezza meravigliose. Neppure una goccia di sangue andava perduta, lavorando con certi suoi ferretti, rispettando le vene esilissime, procedendo così cauto che si sudava solo a vederlo.

Tutto d'un tratto si fermò, depose gli occhiali sul tavolo e con quel suo tono bonario mi chiese: « perchè i preti cattolici non prendono moglie? Se lo facessero sarebbe un grande passo nella civiltà ed un bene per l'Italia. Il popolo diventerebbe subito più religioso ».

Gli oppositori della vivisezione dicono che il recare ingiuria ad un animale, anche avendo lo scopo nobilissimo di rendere un beneficio all'uomo, è cosa immorale, perchè offende il sentimento e rende malvagi, e che il vedere il sangue è una scuola di crudeltà. Ludwig dimostrò coll'esempio della sua vita essere questa una calunnia. Il più grande vivisettore del mondo fu un uomo pio che ingentiliva inconsciamente tutto ciò che stava intorno a lui. Egli diffondeva un alito caldo di benevolenza, e una simpatia profonda legava a sè indissolubilmente le persone che incontrava nel suo cammino.

IX.

L'ultima lettera che mi scrisse Ludwig in principio di quest'anno diceva fra l'altre cose: « Soventi penso ai tempi passati quando le membra erano forti e l'animo più vivo. Del resto sto

discretamente bene, e sarei del tutto contento se sapessi che adempio ancora pienamente ai miei doveri. A me pare di sì, ma uno si inganna troppo facilmente ».

In principio di marzo seppi da alcuni amici che Ludwig stava poco bene ed era malato di influenza. Alla fine di aprile un collega della Germania mi chiese il voto per decidere il modo di meglio festeggiare l'80° anniversario di Ludwig; se cioè si dovesse regalargli il suo ritratto eseguito da un pittore celebre o fare una sottoscrizione per creare un posto di studio. Due giorni dopo un telegramma mi annunciava la morte del Ludwig.

Per i discepoli suoi, per tutti gli àmici, per tutti gli ammiratori che ha trovato nel mondo il suo ingegno e il suo cuore eletto è un conforto il pensare che Ludwig non ha sofferto morendo. Stette parecchie settimane a letto, senza dolori, solo annoiandosi di non poter lavorare. Il cuore pareva in buono stato e la bronchite faceva lentamente il suo corso; ma il 22 aprile ebbe un collasso e presto scomparvero i sintomi di gravità per la debolezza del cuore. La sera del 23 aprile alle 11 $^1/_2$ dopo aver dormito bene per parecchie ore, si svegliò, e sedutosi sul letto per bere, successe un arresto improvviso del cuore, ed egli ricadde per sempre nel sonno.

Con Ludwig si è spento il più gran maestro che abbia mai avuto la fisiologia, uno degli uomini più simpatici e amati, e nessun fisiologo ha lasciato mai un cordoglio più universale, un rimpianto più vivo nel mondo.